

DERWENT-ACC-NO: 1997-266998
DERWENT-WEEK: 199724
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Slab cutting control in continuous casting process
- by formulating
evaluation function from specified length, number of
secondary cutting cycles,
residual material, etc. and applying genetic algorithm

PATENT-ASSIGNEE: NIPPON STEEL CORP[YAWA]

PRIORITY-DATA: 1995JP-0254278 (September 29, 1995)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
JP 09094646 A	April 8, 1997	N/A
005	B22D 011/126	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP09094646A	N/A	1995JP-0254278
September 29, 1995		

INT-CL (IPC): B22D011/126; B23D036/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP09094646A

BASIC-ABSTRACT: Slab cutting control comprises: (a)
formulating an evaluation
function with variables of specified length, number of
secondary cutting
cycles, residual material, specified number of cuts, etc.
for a non-cutting
slab; and (b) applying a genetic algorithm to optimise the
cutting using the
evaluation function.

USE - The process is used during automatic cutting of a
steel slab.

ADVANTAGE - The amount of residual material is minimised
and the genetic
algorithm provides an optimum solution in a short time.

Best Available Copy

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/6

TITLE-TERMS:

SLAB CUT CONTROL CONTINUOUS CAST PROCESS FORMULATION
EVALUATE FUNCTION
SPECIFIED LENGTH NUMBER SECONDARY CUT CYCLE RESIDUE
MATERIAL APPLY GENETIC
ALGORITHM

DERWENT-CLASS: M22 P53 P54

CPI-CODES: M22-G03A2; M22-G03J;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1997-085887

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1997-221172

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-94646

(43) 公開日 平成9年(1997)4月8日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/126			B 2 2 D 11/126	A
B 2 3 D 36/00	5 0 1		B 2 3 D 36/00	5 0 1 C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-254278

(22) 出願日 平成7年(1995)9月29日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 色摩 篤

北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(72) 発明者 橋本 宗明

北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(72) 発明者 小西 淳平

北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

(74) 代理人 弁理士 小堀 益 (外1名)

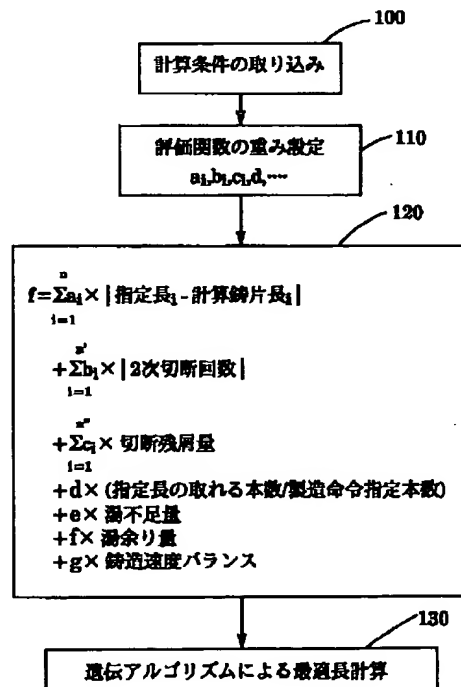
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 連続鋳造における鋳片切断制御方法

(57) 【要約】

【課題】 連続鋳造された鋳片を切断する際に、最適注文サイズの選定と、切り屑を最小化するとともに、切断演算を迅速化する。

【解決手段】 連続鋳造される鋳片を切断するに際し、未切断鋳片の長さに対し、指定長、2次切断回数、切断残屑、指定長本数等の鋳造条件、鋼種に関する因子に重み付けをした評価関数を作成し、この評価関数が最大となる鋳片長を求める最適化手法として、指定長と、指定長ではないがこれから注文が想定される長さのいくつかの場合とを遺伝子情報とする遺伝アルゴリズムを用いる連続鋳造における鋳片切断制御方法。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 連続鋳造される鋳片を切断するに際し、未切断鋳片の長さに対し、指定長、2次切断回数、切断残屑、指定長本数等の鋳造条件、鋼種に関する因子に重み付けをした評価関数を作成し、この評価関数が最大となる鋳片長を求める最適化手法として、指定長と、指定長ではないがこれから注文が想定される長さのいくつかの場合とを遺伝子情報とする遺伝アルゴリズムを用いることを特徴とする連続鋳造における鋳片切断制御方法。

【請求項2】 評価関数 f を次の式で表されるものとし、請求項1記載の連続鋳造における鋳片切断制御方法。

【数1】

$$f = \sum_{i=1}^n a_i \times | \text{指定長}_i - \text{計算鋳片長}_i |$$

$$+ \sum_{i=1}^{n'} b_i \times | \text{2次切断回数} |$$

$$+ \sum_{i=1}^{n''} c_i \times \text{切断残屑量}$$

$$+ d \times (\text{指定長の取れる本数} / \text{製造命令指定本数})$$

$$+ e \times \text{湯不足量}$$

$$+ f \times \text{湯余り量}$$

$$+ g \times \text{鋳造速度バランス}$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、製鋼工程における連続鋳造の鋳片切断の自動制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 連続鋳造における鋳片切断方法としては、特開平3-27853号公報に記載されたものがある。これは、タンディッシュからモールドに注湯、冷却した鋳片上に品質異常部を見付けると、プロセス制御装置の信号を受け取った切断制御装置が良片長さ L を算出し、計画切断長さの下限値を合計した下限加算値を合計した下限加算値 a 以上であるか判定し $L \geq a$ であるときは計画通りの本数の鋳片を採取し、 $L < a$ のときは計画本数から1本減算した本数を採取するよう制御装置を制御するもので、このとき各鋳片の基準長さの合計値と良片長さ L との差値 ΔL を算出し、この差値 ΔL を各鋳片に振り分けるものである。これにより、余材スラブの発生を防止し、鋳片の採取率を向上することができる。この方法のフローチャートを図5に示す。

【0003】 また、特開昭58-159953号公報には、ストランドA、B毎に逐次寸法と出片順を定め、指定した寸法と順序で鋳片の切断を行い、鋳造中に異常が生じた場合、生産条件を満足することを第1条件とし、

2

歩留損失が最小になることを第2条件として未切断鋳片について採寸計画を再編集して切断を行う連続鋳造鋳片の切断方法が開示されている。この方法のフローチャートを図6に示す。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、これらの方法においては、鋳片の長さの許容範囲内での調節による鋳片採取率かあるいは歩留損失最小を評価して切合せており、これだけでは評価項目が不足する。

【0005】 本発明が解決すべき課題は、歩留優先や直行率優先など鋼種や操業条件の変更に対して容易に対応することのできる鋳片切断制御方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するため、本発明の連続鋳造における鋳片の切断制御方法は、連続鋳造される鋳片を切断するに際し、未切断鋳片の長さに対し、指定長、2次切断回数、切断残屑、指定長本数等の鋳造条件、鋼種に関する因子に重み付けをした評価関数を作成し、この評価関数が最大となる鋳片長を求める最適化手法として、指定長と、指定長ではないがこれから注文が想定される長さのいくつかの場合とを遺伝子情報とする遺伝アルゴリズムを用いるようにしたものである。

【0007】

【作用】 本発明では、新たに評価関数を創作し、重み係数を任意に調整可能としたこと、かつ評価を容易に追加できる構造にしたこと、一般的最適化手法を適用したこと、鋳片の最適長さ計算に遺伝アルゴリズムが最も適することを検証したものである。鋳片切断長の最適化計算法として評価関数を次のように設定する。評価関数 = $a \times \text{指定長偏差} + b \times \text{2次切断回数} + c \times \text{切断残屑} + d \times \text{指定長本数} + e \times \text{湯不足} + f \times \text{湯余り} + g \times \text{鋳造速度バランス}$

【0008】 最適制御方法として遺伝アルゴリズムを用いる。遺伝アルゴリズムは、生物進化のメカニズムをシミュレートする人工的モデルであり、その概要は、生物が進化を遂げていく際に繰り返される作用である

①自然淘汰：環境に適応する個体のみが生き残る。

②優性遺伝：個体同士の交配により世代間で優れた形質が継承される。

③突然変異：これまでと全く性質の異なる変異である。

【0009】 この遺伝アルゴリズムを、鋳片の切断長の最適化に適用するに当たり、指定長と、指定長ではないがこれから注文が想定される長さのいくつかの場合とを遺伝子情報とし、鋳片の全長に対して、評価を最大とする鋳片長を演算する。また、鋳造速度バランスとはタンディッシュから複数のモールドを介しての多条鋳造する際のそれぞれの速度比であり、多条鋳造（ストランド）の速度比を変えて所定ストランドの鋳造長を変化させて

鋳片の指定長偏差を最小にできる。

【0010】

【実施例】以下、本発明を図面に示す実施例を参照しながら具体的に説明する。図1は本発明に係る鋳片切断制御方法の実施例を示すフローチャートである。同図において、ステップ100では計算条件を取り込む。計算条件としては、鋳造長、指定鋳片長さ、設備制約長さ、指定許容範囲、品質異常位置、乱尺許容範囲（指定外であるが過去に注文があった製品の長さ）等である。ステップ110では、評価関数の重み係数 a_i 、 b_i 、 c_i 、 d ・・・を優先順位に基づいて設定する。ステップ120では、評価関数 f を設定する。

【数2】

$$f = \sum_{i=1}^n a_i \times |\text{指定長}_i - \text{計算鋳片長}_i| + \sum_{i=1}^{n'} b_i \times |\text{2次切断回数}| + \sum_{i=1}^{n''} c_i \times \text{切断残屑量} + d \times (\text{指定長の取れる本数} / \text{製造命令指定本数}) + e \times \text{湯不足量} + f \times \text{湯余り量} + g \times \text{鋳造速度バランス}$$

ステップ130では、遺伝アルゴリズムによる最適長計算を行う。

【0011】図2は遺伝アルゴリズムを用いた前記ステップ130の計算の概要を示すものである。まず、ステップ110において、評価関数の重みを、操業ニーズに従った設定を行った後に、ステップ115で設備的に製造可能な鋳造長さの最大と最小の範囲内で、乱数によって任意に与えられるいくつかの組合せを求める。これらの組合せの合計値は、制御範囲の鋳造長さの合計に一致する。例えば、鋳造長の合計が20mとすれば、その組の個体は5m、4m、4m、4m、3mであったり、5m、5m、3m、3m、4mであったりする。このような個を複数個作成し、1つの集団を生成する。次にステップ120では、それぞれの組合せの個体毎に、ステップ110によって与えられた重みを用いて評価値を計算する。そして、ステップ130では、複数の個体から任意のいくつかを選択し、その中の2つの個体を交配して、異なる2個を生成する。

【0012】例えば、前記の例で言うと、前の2つを固定して後の3つを入れ替えると図4Aの配列となる。また、突然変異は、一番後を例えば図4Bのように乱数によって変更する。このようにして新しくできた個体を評

価して、評価値の高いものを残して新しい集団を生成して、これを繰り返す。

【0013】評価関数の重み係数は、指定長優先の場合は a_i を b_i 以外の他の重み係数よりも大きくする。例えば、 $a_i=15$ 、 $b_i=5000$ 、 $c_i=0$ 、 $d=0$ というように選ぶ。歩留り優先の場合は、 c_i を b_i 以外の他の重み係数よりも大きくする。例えば、 $a_i=5$ 、 $b_i=5000$ 、 $c_i=15$ 、 $d=0$ というように選ぶ。

【0014】図3は、例として、従来における歩留り優先機能を有している一般的なプロセス制御用コンピュータで計算された場合と、本発明のアルゴリズムを使って、前記の2つの重みを使って計算した場合を示している。

【0015】一番上の従来のプロセス制御用コンピュータによる計算結果においては、歩留り優先の計算を行うため、指定長通りの鋳片を3本崩して（鋳片No. 41～43をMAX長にして）切合せ発生屑を吸収している。一方、従来例と比較して、2番目のGA（遺伝子アルゴリズム）による指定長優先の計算結果では、指定長通りの鋳片本数が3/8から7/8へと4本も増加している。しかし、一方で、切合せによる発生屑も340mmから435mmと悪化している。これは、少々歩留りを悪くしてでも、指定長通りの鋳片が得られることを優先させた例である。

【0016】一方、3番目の歩留り優先の例では、切合せ発生屑は、指定長優先の場合に比べて、435mmから340mmと大きく改善され、歩留りが向上しているのがわかる。一方で、指定長通りの本数は7/8から5/8と2本ほど悪化している。

【0017】このように遺伝アルゴリズムを適用することにより、鋳片屑が最少化でき、演算時間も、通常の最適化手法（分岐限定法等）による演算では数分～数十分程度かかるのに対し、10秒以内で演算できる。

【0018】

【発明の効果】上述したように、本発明によれば下記の効果を奏する。

(1) 鋳造条件、鋼種に関する因子に重み付けをした評価関数を作成し、この評価関数が最大となる鋳片長を求めることにより、鋳片屑の最少化を図ることができ、歩留りが向上する。

(2) 最適化手法として、遺伝アルゴリズムを用いることにより、極めて短時間で最適解を演算でき、効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の方法の実施例を示すフローチャートである。

【図2】 遺伝アルゴリズムを用いた計算方法の概要を示すフローチャートである。

【図3】 本発明により得られた計算結果による鋳片切断長の例を示す説明図である。

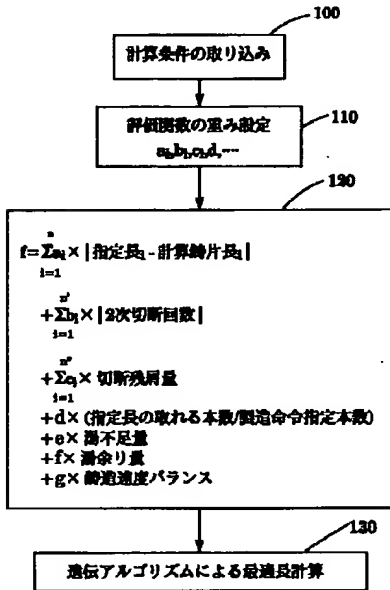
【図4】 本発明による遺伝アルゴリズムの例を示す説明図である。

【図5】 従来の鋳片切断長計算方法の例を示すフロー

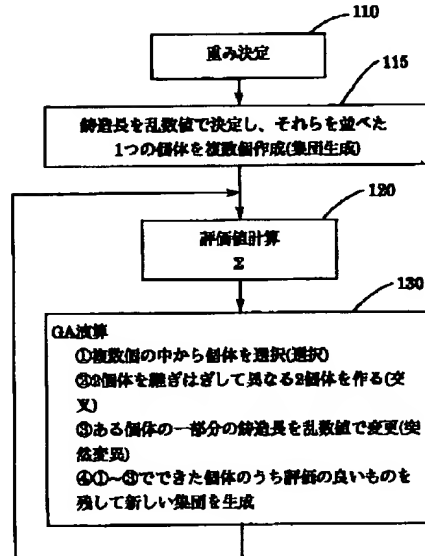
チャートである。

【図6】 従来の鋳片切断長計算方法の例を示すフローチャートである。

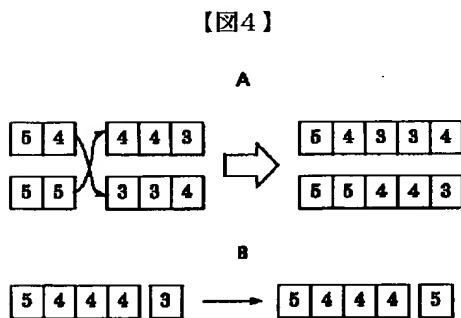
【図1】



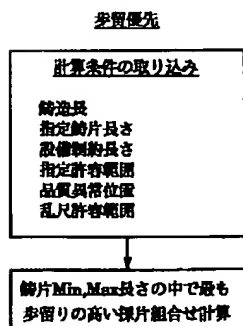
【図2】



【図5】



【図6】



③ ▲：2次切斷位置
距：1720.7(300mm)

鋼片No. 計算長	41	45	46	41	42	43	44	45
5280	5280	5280	5280	5360	5450	5450	5295	6000

製造命令指定長	5280	5360	5280	5400	5400	5400	5400	5280
製造命令IN長	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
製造命令MAX長	5360	5360	5360	5360	5450	5450	5450	5360
設計部計算IN長	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	6000
設計部計算MAX長	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	10000

指定長/標準和
745

切合せ発生済和
340

2次切斷回数
1

指定品通りの本数
3/8

GAI計算結果 指定品提供

重みパターン①

指定長/標準和	5000
---------	------

切合せ発生済和

切合せ発生済

2次切斷回数

5000

鋼片No.
計算長

44	45	46	41	42	43	44	46
5280	5280	5280	5280	5400	5400	5400	6095

④ ▲：2次切斷位置
距：1720.7(300mm)

鋼片No. 計算長	41	45	46	41	42	43	44	45
5280	5280	5280	5280	5360	5450	5450	5450	6000

製造命令指定長	5280	5360	5280	5400	5400	5400	5400	5280
製造命令IN長	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
製造命令MAX長	5360	5360	5360	5360	5450	5450	5450	5360
設計部計算IN長	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	6000
設計部計算MAX長	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	10000

指定長/標準和
745

切合せ発生済和
340

2次切斷回数
1

指定品通りの本数
3/8

GAI計算結果 指定品提供

重みパターン②

指定長/標準和	5000
---------	------

切合せ発生済和

切合せ発生済

2次切斷回数

5000

鋼片No.
計算長

44	45	46	41	42	43	44	45
5280	5280	5280	5280	5400	5450	5450	6000

(72) 発明者	大下 功	
	北九州市戸畑区飛幡町 1-1	新日本製鐵
	株式会社八幡製鐵所内	
(72) 発明者	村山 敏夫	
	北九州市戸畑区飛幡町 1-1	新日本製鐵
	株式会社八幡製鐵所内	